

## **Proteksi terhadap kejut listrik – Aspek umum untuk instalasi dan perlengkapan**



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	v
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi .....	2
3.1 kejut listrik .....	2
3.1.1 proteksi dasar .....	2
3.1.2 proteksi gangguan .....	3
3.2 sirkit (listrik) .....	3
3.3 perlengkapan (listrik) .....	3
3.4 bagian bertegangan .....	3
3.5 bagian - bertegangan – berbahaya .....	3
3.6 bagian-konduktif-terbuka .....	3
3.7 bagian-konduktif-tambahan .....	4
3.8 tegangan sentuh .....	4
3.8.1 tegangan sentuh (efektif) .....	4
3.8.2 tegangan sentuh prospektif .....	4
3.9 arus sentuh .....	4
3.10 isolasi .....	4
3.10.1 isolasi dasar .....	4
3.10.2 insulasi independen .....	4
3.10.3 isolasi ganda .....	4
3.10.4 isolasi yang diperkuat .....	5
3.11 lingkungan tak-konduktif .....	5
3.12 rintangan proteksi (listrik) .....	5
3.13 penghalang proteksi (listrik) .....	5
3.14 selungkup proteksi (listrik) .....	5
3.15 jangkauan tangan .....	5
3.16 ikatan penyama potensial .....	6
3.16.1 ikatan penyama potensial proteksi .....	6
3.16.2 terminal ikatan penyama tegangan .....	6
3.16.3 terminal ikatan penyama pengaman .....	6
3.16.4 konduktor pengaman, PE .....	6
3.16.5 konduktor PEN .....	6
3.17 bumi .....	6
3.17.1 bumi rujukan .....	6



3.17.2	bumi (setempat) .....	6
3.17.3	elektrode bumi.....	7
3.17.4	konduktor pembumian.....	7
3.17.5	susunan pembumian.....	7
3.17.6	pembumian proteksi.....	7
3.17.7	pembumian fungsional .....	7
3.18	pemutusan otomatis dari suplai .....	7
3.19	sarana pengamanan dipertinggi.....	7
3.20	tabir (konduktif) .....	7
3.21	tabir pengaman (listrik).....	8
3.22	perlindungan pengaman (listrik).....	8
3.23	pemisahan sederhana.....	8
3.24	pemisahan pengamanan (listrik) .....	8
3.25	pemisahan secara listrik.....	8
3.26	tegangan-ekstra-rendah (ELV) .....	8
3.26.1	sistem SELV.....	8
3.26.2	sistem PELV.....	8
3.27	pembatasan arus sentuh ajek dan muatan .....	9
3.28	sumber-arus-terbatas .....	9
3.29	gawai impedans pengaman .....	9
3.30	tenaga ahli (listrik) .....	9
3.31	tenaga terlatih (listrik).....	9
3.32	orang awam .....	9
3.33	tegangan langkah.....	9
3.34	penentuan potensial .....	9
3.35	daerah berbahaya .....	9
3.36	arus bocor .....	10
3.37	perlengkapan stasioner.....	10
3.38	arus konduktor proteksi.....	10
3.39	sistem.....	10
3.40	instalasi (listrik).....	10
4	Aturan dasar untuk proteksi terhadap kejut listrik .....	10
4.1	kondisi normal .....	11
4.2	kondisi gangguan tunggal .....	11
4.2.1	proteksi dengan dua sarana proteksi yang independen.....	11
4.2.2	pengamanan dengan sarana pengaman dipertinggi.....	12
4.3	kasus khusus .....	12
5	Sarana proteksi (Unsur tindakan proteksi).....	12
5.1	sarana untuk proteksi dasar.....	12



5.1.1	isolasi dasar .....	13
5.1.2	penghalang atau selungkup .....	13
5.1.3	rintangan .....	14
5.1.4	penempatan diluar jangkauan tangan.....	14
5.1.5	pembatasan tegangan .....	14
5.1.6	pembatasan arus sentuh ajek dan muatan .....	15
5.1.7	penentuan potensial (grading potensial) .....	15
5.1.8	Sarana lainnya .....	15
5.2	sarana untuk proteksi gangguan.....	15
5.2.1	isolasi tambahan .....	15
5.2.2	ikatan-penyama-potensial-pengaman.....	16
5.2.3	tabir proteksi .....	18
5.2.4	indikasi dan pemutusan pada instalasi dan sistem tegangan-tinggi .....	18
5.2.5	pemutusan suplai secara otomatis.....	18
5.2.6	pemisahan sederhana (antar sirkit).....	19
5.2.7	lingkungan yang tidak-konduktif.....	19
5.2.8	tingkatan potensial .....	19
5.2.9	penyediaan lain .....	19
5.3	penyediaan pengaman yang ditingkatkan .....	19
5.3.1	isolasi diperkuat .....	19
5.3.2	pemisahan-proteksi sirkit .....	20
5.3.3	sumber-arus-terbatas.....	21
5.3.4	gawai impedans proteksi .....	21
5.3.5	sarana lainnya.....	21
6	Tindakan proteksi.....	21
6.1	proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis .....	21
6.2	proteksi dengan isolasi ganda atau isolasi diperkuat.....	21
6.3	proteksi dengan ikatan penyama potensial.....	22
6.4	proteksi dengan pemisahan secara listrik.....	22
6.5	proteksi dengan lingkungan tak-konduktif (tegangan-rendah) .....	22
6.6	proteksi dengan SELV .....	22
6.7	proteksi dengan PELV .....	23
6.8	proteksi dengan pembatasan arus sentuh ajek dan muatan .....	23
6.9	proteksi dengan tindakan lain .....	23
7	Koordinasi perlengkapan listrik dan sarana proteksi dalam instalasi listrik.....	23
7.1	perlengkapan kelas 0.....	24
7.1.1	isolasi .....	24
7.2	perlengkapan kelas I.....	24



7.2.1	isolasi .....	24
7.2.2	ikatan-penyama-potensial-proteksi .....	24
7.2.3	permukaan bagian bahan isolasi yang dapat dicapai dari bahan isolasi .....	24
7.2.4	sambungan konduktor proteksi .....	25
7.3	perlengkapan kelas II .....	25
7.3.1	isolasi .....	25
7.3.2	ikatan penyama proteksi .....	26
7.3.3	penandaan .....	26
7.4	perlengkapan kelas III .....	27
7.4.1	tegangan .....	27
7.4.2	ikatan proteksi .....	27
7.4.3	penandaan .....	27
7.5	arus sentuh, arus konduktor proteksi, arus bocor .....	28
7.5.1	arus sentuh .....	28
7.5.2	arus konduktor proteksi .....	28
7.5.3	persyaratan lain .....	30
7.6	jarak bebas aman dan jarak bebas batas dan label peringatan untuk instalasi tegangan-tinggi .....	30
8	Kondisi operasi dan pelayanan khusus .....	30
8.1	gawai yang akan di operasikan secara manual dan komponen yang akan diganti secara manual .....	30
8.2	nilai listrik setelah pemisahan .....	32
	Lampiran A (informatif) – Survei tindakan proteksi yang diperoleh dari sarana proteksi .....	33
	Lampiran B (informatif) – Daftar nilai batas a.b. maksimum untuk arus konduktor proteksi pada sub ayat 7.5.2.2 a) dan 7.5.2.2 b) .....	35
	Lampiran C (informatif) – Indeks dan definisi .....	36



## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Proteksi terhadap kejut listrik – Aspek umum untuk instalasi dan perlengkapan”, diadopsi secara modifikasi dari *International Electrotechnical commite (IEC)* Publikasi 61140 (2001-10) “*Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*”, standar ini dirumuskan oleh Panitia Teknik Instalasi Ketenagalistrikan (PTIK). Standar ini telah melalui proses/prosedur perumusan standard an terakhir dibahas dalam Forum Konsensus ke-XIX pada tanggal 9 s.d 10 Oktober 2002) untuk mencapai mufakat.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan menerbitkan saran dan usul perbaikan demi kesempurnaan rancangan ini dan tak kalah pentingnya untuk revisi standar ini dikemudian hari. Bila terdapat ketidakjelasan terhadap isi materi standar ini, maka yang dianggap berlaku adalah sebagaimana yang tertera pada teks asli IEC tersebut.





## Proteksi terhadap kejut listrik – Aspek umum untuk instalasi dan perlengkapan

### 1 Ruang lingkup

Standar ini berlaku untuk melindungi manusia dan hewan terhadap kejut listrik. Standar ini bertujuan untuk menjelaskan prinsip dasar dan persyaratan umum bagi instalasi listrik, sistem dan perlengkapan atau diperlukan untuk koordinasinya.

Standar ini dipersiapkan untuk instalasi, sistem dan perlengkapan tanpa pembatasan tegangan.

**CATATAN** Terdapat beberapa ayat dalam standar ini yang merujuk ke system tegangan-rendah dan tegangan tinggi, instalasi dan perlengkapan. dalam standar ini, tegangan-rendah ialah setiap tegangan pengenal sampai dengan 1 000 V a.b atau 1 500 V a.s. Tegangan tinggi adalah setiap tegangan pengenal yang melebihi 1 000 V a.b. atau 1 500 V a.s.

### 2 Acuan normatif

Dokumen normatif berikut memuat yang, tercantum dalam naskah ini, digunakan untuk menyusun standar ini. Untuk rujukan bertanggung, maka amandemen atau revisi berikutnya dari setiap publikasi tidak berlaku. Sungguhpun demikian, beberapa pihak yang bersepakat berdasarkan standar ini dianjurkan untuk menyelidiki kemungkinan untuk menerapkan edisi terakhir dari dokumen tercantum dibawah. Untuk rujukan yang tidak bertanggung, maka edisi terakhir dokumen rujukan normatif berlaku.

IEC 60050(131) : *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits.*

IEC 60050(195): 1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195 Earthing and protection against electric shock.*  
Amandment 1 (2001)

IEC 60050(351): 1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 351 : Automatic control.*

IEC 60050(826): 1982, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 826: Electrical installations of buildings.*  
Amandment 2 (1995)

IEC 60071-1: 1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules.*

IEC 60071-2: 1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide.*

IEC 60264-4-41, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection of safety – Chapter 41: Protection against electric shock.*



IEC 60344-4-443:1995, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching.*

IEC 60364-5-54: 1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment- Chapter 54: Earthing arrangement and protective conductors.*

IEC 60364-6-61, *Electrical installations of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial Verification.*

IEC 60417-2, *Grafical symbols for use on equipment – Part 2: Sysmbol originals.*

IEC 60446:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colors or numerals.*

IEC 60479-1:1994, *Effects of current on human beings and livestock –Part 1: General aspects.*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).*

IEC 60601 (all parts), *Medical electrical equipment.*

IEC 60601-1:1998), *Medical electrical equipment – Part 1: General requirements for safety.*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and test.*

IEC 602721 (all parts), *Classification of environmental conditions.*

IEC 60990:1999, *Method of touch current and protective condustor current.*

IEC 61201:1992, *Extra-low-voltage (ELV) – Limit values.*

ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards.*

IEC Guide 104: 1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications.*

### **3 Istilah dan definisi**

CATATAN Daftar istilah dari definisi terdapat dalam lampiran C.

Untuk tujuan standar ini berlaku definisi berikut.

#### **3.1**

##### **kejut listrik**

dampak fisiologis disebabkan oleh arus listrik melalui tubuh manusia atau hewan  
[IEV 195-01-04]

##### **3.1.1**

##### **proteksi dasar**

proteksi terhadap kejut listrik pada kondisi bebas-gangguan  
[IEV 195-06-01]



CATATAN Untuk instalasi sistem dan perlengkapan tegangan rendah, maka proteksi dasar biasanya berkaitan dengan proteksi terhadap kontak langsung seperti tercantum dalam IEC 60364-4-41.

### 3.1.2

#### **proteksi gangguan**

proteksi terhadap kejut listrik pada kondisi gangguan-tunggal  
[IEV 195-06-02]

CATATAN Untuk instalasi sistem dan perlengkapan, tegangan rendah maka proteksi gangguan yang berkaitan dengan pengamanan terhadap kontak tidak langsung seperti yang digunakan dalam IEC 60364-4-41, terutama berkaitan dengan gangguan isolasi dasar.

### 3.2

#### **sirkuit (listrik)**

susunan gawai atau media yang dapat dialiri arus listrik  
[IEV 131-01-01]

CATATAN Lihat juga IEV 826-05-01 untuk instalasi listrik untuk bangunan.

### 3.3

#### **perlengkapan (listrik)**

setiap sarana yang digunakan untuk tujuan pembangkitan, konversi, transmisi, penyimpanan, distribusi atau pengguna energi listrik, seperti mesin, transformator, aparat, instrumen pengukuran, gawai proteksi, perlengkapan untuk system pengawatan, pemanfaat  
[IEV 826-07-01, dimodifikasi]

### 3.4

#### **bagian bertegangan**

konduktor atau bagian konduktor yang bertegangan dalam operasi normal, termasuk konduktor netral, tetapi dengan kesepakatan bukan konduktor PEN konduktor PEM atau konduktor PEL  
[IEV195-02-19]

CATATAN 1 Konsep ini tidak perlu terkait pada risiko kejut listrik.

CATATAN 2 Untuk definisi dari PEM dan PEL lihat IEV 195-02-13 dan 195-02-14.

### 3.5

#### **bagian - bertegangan - berbahaya**

bagian bertegangan yang, dalam kondisi tertentu, dapat menyebabkan kejut listrik yang membahayakan  
[IEV 195-06-05]

### 3.6

#### **bagian-konduktif-terbuka**

bagian konduktif dari perlengkapan yang dapat disentuh yang biasanya tidak bertegangan, minimum dapat menjadi bertegangan bila isolasi dasar rusak  
[IEV 195-06-10]

CATATAN Bagian konduktif suatu perlengkapan listrik yang hanya dapat bertegangan melalui kontak dengan bagian-konduktif-terbuka, tidak dianggap sebagai bagian-konduktif-terbuka.



### **3.7**

#### **bagian-konduktif-tambahan**

bagian konduktif yang tidak merupakan bagian dari instalasi listrik yang dapat berpotensi dari listrik, yang umumnya potensial listrik dari bumi setempat  
[IEV 195-06-11]

### **3.8**

#### **tegangan sentuh**

#### **3.8.1**

##### **tegangan sentuh (efektif)**

tegangan antara bagian konduktif jika disentuh pada saat yang sama oleh manusia atau hewan

CATATAN Nilai tegangan sentuh efektif dapat dipengaruhi oleh impedans manusia atau hewan pada saat kontak dengan bagian konduktif.

[IEV 195-05-11]

#### **3.8.2**

##### **tegangan sentuh prospektif**

tegangan antara bagian konduktif yang dapat dicapai pada saat yang sama jika bagian konduktif tersebut sedang tidak disentuh, oleh manusia atau hewan

[IEV 195-05-09]

### **3.9**

#### **arus sentuh**

arus listrik yang melalui badan manusia atau melalui badan hewan jika menyentuh satu atau lebih bagian dari instalasi atau perlengkapan yang dapat dicapai

[IEV 195-05-21]

### **3.10**

#### **isolasi**

CATATAN Isolasi dapat padat, cair atau gas (umpamanya udara), atau setiap kombinasinya.

#### **3.10.1**

##### **isolasi dasar**

isolasi dari bagian-bertegangan-berbahaya yang merupakan proteksi dasar

CATATAN Konsep ini tidak berlaku untuk isolasi yang khusus digunakan untuk maksud fungsional.

[IEV 195-06-06]

#### **3.10.2**

##### **insulasi independen**

isolasi yang diterapkan sebagai tambahan pada isolasi dasar, untuk proteksi gangguan

[IEV 195-06-07]

#### **3.10.3**

##### **isolasi ganda**

isolasi yang terdiri dari isolasi dasar dan insulasi independen

[IEV 195-06-08]



**3.10.4****isolasi yang diperkuat**

isolasi bagian-bertegangan-berbahaya yang mempunyai tingkat proteksi terhadap kejutan listrik setara dengan isolasi ganda

CATATAN Isolasi yang diperkuat dapat terdiri dari beberapa lapisan yang tidak dapat diuji tersendiri sebagai isolasi dasar atau isolasi tambahan.

[IEV 195-06-09]

**3.11****lingkungan tak-konduktif**

tindakan pencegahan yang melindungi manusia atau hewan yang menyentuh bagian-konduktif-terbuka yang menjadi bertegangan-berbahaya diproteksi oleh impedans tinggi dari lingkungannya (umpamanya dinding dan lantai di isolasi) dan oleh karena tidak ada bagian konduktif yang dibumikan

[IEV 195-06-21]

**3.12****rintangan proteksi (listrik)**

bagian yang mencegah kontak langsung yang tidak disengaja, tetapi tidak mencegah kontak langsung yang disengaja

[IEV 195-06-16]

CATATAN Kontak langsung di definisikan dalam IEV 195-06-03.

**3.13****penghalang proteksi (listrik)**

bagian yang memberi proteksi terhadap kontak langsung dari semua arah pencapaian

[IEV 195-06-15]

CATATAN Kontak langsung di definisikan dalam.

IEV 195-06-03

**3.14****selungkup proteksi (listrik)**

selungkup listrik yang mengelilingi bagian dalam perlengkapan untuk mencegah pencapaian ke bagian-bertegangan-berbahaya dari semua arah

[IEV 195-06-14]

CATATAN Sebagai tambahan, selungkup biasanya berfungsi sebagai proteksi terhadap pengaruh dari dalam atau dari luar, misalnya masuknya debu atau air atau mencegah kerusakan mekanis.

**3.15****jangkauan tangan**

daerah yang dapat dicapai dengan menyentuh mulai dari setiap titik pada permukaan tempat manusia biasanya berdiri atau bergerak hingga batas manusia dapat mencapai dengan tangan, dari semua arah, tanpa bantuan

[IEV 195-06-12]



### **3.16**

#### **ikatan penyama potensial**

sarana sambungan listrik antar bagian konduktif, dengan maksud untuk mendapatkan potensial yang sama  
[IEV 195-01-10]

CATATAN Ikatan penyama potensial dapat tergantung pada frekuensi arus didalamnya.

#### **3.16.1**

##### **ikatan penyama potensial proteksi**

ikatan penyama potensial untuk maksud proteksi (umpamanya proteksi terhadap kejut listrik)  
[IEV 195-01-05, modified]

CATATAN Ikatan penyama potensial fungsional di definisikan dalam IEC 60364-4-41.

#### **3.16.2**

##### **terminal ikatan penyama tegangan**

terminal yang disediakan pada perlengkapan atau pada suatu gawai dan dimaksudkan untuk sambungan listrik dengan sistem ikatan penyama tegangan  
[IEV 195-02-32]

#### **3.16.3**

##### **terminal ikatan penyama pengaman**

terminal yang dimaksud untuk tujuan ikatan-penyama-potensial-proteksi

#### **3.16.4**

##### **konduktor pengaman, PE**

konduktor yang disediakan untuk keselamatan, umpamanya proteksi terhadap kejut listrik  
[IEV 195-02-09]

#### **3.16.5**

##### **konduktor PEN**

konduktor yang berfungsi konduktor proteksi dan konduktor netral  
[IEV 195-02-12, modified]

### **3.17**

#### **bumi**

CATATAN Konsep "Bumi" berarti planet bumi dan semua unsur fisiknya.

#### **3.17.1**

##### **bumi rujukan**

bagian bumi yang dianggap sebagai konduktif, yang potensialnya secara kesepakatan ditetapkan sebagai nol, yang berada di luar daerah pengaruh dari susunan pembumian lainnya  
[IEV 195-01-01]

#### **3.17.2**

##### **bumi (setempat)**

bagian bumi yang dalam keadaan kontak listrik dengan elektrode bumi dan potensial listriknya tidak harus sama dengan nol  
[IEV 195-01-03]



**3.17.3****electrode bumi**

bagian konduktif, yang dapat ditanam dalam media spesifik, umpamanya beton atau kokas, yang dalam keadaan kontak listrik dengan bumi  
[IEV 195-02-01]

**3.17.4****konduktor pembumian**

konduktor yang merupakan jalur konduktif, atau bagian dari jalur konduktif, antara suatu titik tertentu dalam system atau instalasi atau dalam perlengkapan dan electrode bumi  
[IEV 195-02-03]

**3.17.5****susunan pembumian**

semua sambungan listrik dan gawai yang berkaitan dengan pembumian system, instalasi dan perlengkapan  
[IEV-02-20]

CATATAN Hal ini dapat merupakan rangkaian terbatas dari electrode bumi yang saling bersambungan pada sisi tegangan-tinggi.

**3.17.6****pembumian proteksi**

pembumian suatu atau beberapa titik dalam sistem atau dalam instalasi atau dalam perlengkapan selain dari untuk keselamatan listrik  
[IEV 195-01-11]

**3.17.7****pembumian fungsional**

pembumian dari satu atau beberapa titik dalam sistem atau instalasi atau dalam perlengkapan, untuk maksud yang bukan keselamatan listrik  
[IEV 195-04-10]

**3.18****pemutusan otomatis dari suplai**

pemutusan satu atau lebih dari konduktor bertegangan, disebabkan oleh operasi otomatis gawai proteksi dalam hal terjadi gangguan.  
[IEV 195-04-10]

CATATAN Hal ini tidak perlu berarti suatu pemutusan bagi semua konduktor dari sistem suplai.

**3.19****sarana pengamanan dipertinggi**

sarana pengamanan yang mempunyai keandalan pengaman yang tidak kurang dari yang diberikan oleh dua sarana proteksi independen

**3.20****tabir (konduktif)**

bagian konduktif yang mengurung atau memisahkan sirkit listrik dan atau konduktor  
[IEV 02-38]



**3.21**

**tabir pengaman (listrik)**

tabir konduktif yang digunakan untuk memisahkan sirkit listrik dan atau konduktor dari bagian-bertegangan-berbahaya  
[IEV 195-06-17]

**3.22**

**perlindungan pengaman (listrik)**

pemisahan sirkit listrik atau konduktor dari bagian-bertegangan-berbahaya dengan tabir pengaman listrik yang disambungkan ke sistem ikatan-penyama-potensial dan dimaksudkan untuk memberi pengamanan terhadap kejut listrik  
[IEV 195-06-18]

**3.23**

**pemisahan sederhana**

pemisahan antar sirkit atau antara sirkit dan bumi dengan menggunakan isolasi dasar

**3.24**

**pemisahan pengamanan (listrik)**

pemisahan suatu sirkit listrik dari sirkit lainnya dengan cara:

- isolasi ganda; atau
- isolasi dasar dan tabir pengaman listrik; atau
- isolasi diperkuat

[IEV 195-06-19]

**3.25**

**pemisahan secara listrik**

tindakan pengaman dengan memisahkan sirkit yang bertegangan-berbahaya dari sirkit dan bagian lainnya, dari bumi dan dari sentuhan

**3.26**

**tegangan-ekstra-rendah (ELV)**

setiap tegangan yang tidak melebihi batas tegangan relevan yang ditentukan dalam IEC 61201

**3.26.1**

**sistem SELV**

sistem listrik yang tegangannya tidak dapat melebihi ELV:

- dalam kondisi normal; dan
- dalam kondisi gangguan-tunggal, termasuk gangguan bumi dalam sirkit lainnya

**3.26.2**

**sistem PELV**

sistem listrik yang tegangannya tidak dapat melebihi ELV:

- dalam kondisi normal; dan
- dalam kondisi gangguan-tunggal, kecuali gangguan bumi dalam sirkit lainnya



**3.27****pembatasan arus sentuh ajek dan muatan**

pengamanan terhadap kejut listrik dengan desain sirkit dan perlengkapan sedemikian sehingga pada kondisi normal dan gangguan arus sentuh ajek dan muatan dibatasi hingga tingkat tak-berbahaya

[IEV 826-03-16]

**3.28****sumber-arus-terbatas**

gawai yang dapat mensuplai energi listrik dalam sirkit listrik:

- dengan pemisahan-pengaman dari bagian-bertegangan-berbahaya, dan
- yang menjamin bahwa arus sentuh ajek dan muatan dibatasi hingga tingkat tak-berbahaya, dalam kondisi normal dan kondisi gangguan

**3.29****gawai impedans pengaman**

komponen atau rakitan komponen yang impedans dan konstruksinya sedemikian sehingga dapat menjamin bahwa arus sentuh ajek dan muatan dibatasi hingga tingkat tak-berbahaya

**3.30****tenaga ahli (listrik)**

seseorang dengan pendidikan dan pengalaman yang relevan yang mampu untuk mengetahui risiko dan untuk mencegah bahaya yang dapat ditimbulkan listrik

[IEV 195-04-01]

**3.31****tenaga terlatih (listrik)**

seseorang yang mendapat instruksi atau supervisi yang memadai dari tenaga ahli listrik untuk memungkinkannya untuk mengetahui risiko dan untuk menghindarkan bahaya yang disebabkan oleh listrik

**3.32****Orang awam**

seseorang yang bukan tenaga ahli dan juga bukan seseorang yang terlatih

[IEV 195-04-03]

**3.33****tegangan langkah**

tegangan antara dua titik di permukaan bumi yang masing-masing berjarak 1 meter satu dengan yang lainnya

[IEV 195-05-12]

**3.34****penentuan potensial**

pengaturan potensial bumi, khusus potensial permukaan bumi, dengan bantuan electrode bumi

**3.35****daerah berbahaya**

bertegangan-berbahaya tanpa proteksi terhadap kontak langsung

CATATAN Memasuki daerah berbahaya dianggap sama dengan menyentuh bagian-bertegangan-berbahaya.



**3.36**

**arus bocor**

arus listrik dalam jalur konduktif yang tidak diinginkan pada kondisi operasi normal  
[IEV 195-05-15]

**3.37**

**perlengkapan stasioner**

- perlengkapan terpasang tetap, atau
- perlengkapan tersambung permanen, atau
- perlengkapan yang, disebabkan karakteristik fisiknya, biasanya tidak dipindah dan biasanya tersambung pada kotak-kontak yang sama

**3.38**

**arus konduktor proteksi**

arus yang mengalir dalam konduktor proteksi  
(lihat 3.2 dari IEC 60990)

**3.39**

**sistem**

suatu kumpulan dari unsur yang saling berkaitan dalam pengertian tertentu dianggap, sebagai keseluruhan dan terpisah dari lingkungannya

CATATAN 1 Unsur demikian dapat merupakan obyek material dan konsep maupun sebagai hasilnya (umpamanya bentuk organisasi, metode matematika, program bahasa).

CATATAN 2 Sistem dianggap terpisah dari lingkungannya dan dari SISTEM eksternal lainnya oleh suatu permukaan bayangan, yang memotong hubungan antaranya lingkungan dan sistem eksternal lainnya.

[IEV 351-11-01]

**3.40**

**instalasi (listrik)**

rakitan dari perlengkapan listrik untuk memenuhi maksud tertentu dan mempunyai karakteristik terkordinasi  
[IEV 826-01-01]

**4 Aturan dasar untuk proteksi terhadap kejut listrik**

Bagian-bertegangan-berbahaya harus tidak dapat dicapai dan bagian konduktif yang dapat dicapai harus tidak boleh bertegangan yang berbahaya

dalam kondisi normal (operasi sesuai penggunaannya, lihat 3.13 dari ISO/IEC Guide 51, dan tegangan gangguan), atau  
pada kondisi gangguan-tunggal (lihat juga 2.8 dari IEC Guide 104).

Proteksi dalam kondisi normal (lihat 4.1) dilakukan dengan proteksi dasar dan proteksi dalam kondisi gangguan tunggal (lihat 4.2) dilakukan oleh proteksi gangguan.



Sarana proteksi dipertinggi (lihat 4.2.2) berfungsi seperti proteksi pada kedua kondisi tersebut.

CATATAN 1 Aturan penyampaian bagi orang awam dapat berbeda dari aturannya tenaga trampil atau tenaga terlatih dan dapat juga berbeda untuk produk dan lokasi berlainan.

CATATAN 2 Untuk mengatasi sistem dan perlengkapan, memasuki daerah berbahaya dianggap sama dengan menyentuh tenaga berbahaya.

#### 4.1 Kondisi normal

Guna memenuhi persyaratan dasar untuk proteksi terhadap kejut listrik dalam kondisi normal, aka segala sesuatu yang dirujuk dalam standar ini sebagai proteksi dasar dasar diperlukan persyaratan untuk melengkapi pengamanan dasar terdapat dalam 5.1.

CATATAN Untuk instalasi sistem dan perlengkapan tegangan rendah, maka proteksi dasar biasanya berkaitan dengan proteksi terhadap kontak langsung sepereti yang digunakan dalam IEC 60364-4-41.

#### 4.2 Kondisi gangguan tunggal

Gangguan tunggal harus dipertimbangkan, jika akan

- menyebabkan bagian-bertegangan-tak-berbahaya yang dapat tercapai, menjadi bagian-bertegangan-berbahaya (umpamanya disebabkan kegagalan isolasi dasar, menjadi bagian-konduktif-terbuka) atau
- menyebabkan bagian-bertegangan-berbahaya menjadi dapat dicapai (umpamanya kegagalan mekanik dari selungkup)<sup>1)</sup>

Untuk memenuhi ketentuan dasar pada kondisi gangguan-tunggal, maka apa yang dirujuk dalam standar ini sebagai proteksi gangguan yang diperlukan. Proteksi ini dapat diperoleh dengan

- sarana proteksi tambahan, tidak berkaitan dari proteksi dasar (lihat 4.2.1), atau
- sarana proteksi yang dipertinggi pengaman (lihat 4.2.2) yang menyediakan proteksi dasar maupun proteksi gangguan dengan memperhitungkan semua pengaruh yang relevan.

Persyaratan untuk sarana proteksi gangguan terdapat dalam 5.2.

CATATAN Untuk instalasi, sistem dan perlengkapan, tegangan rendah biasanya proteksi gangguan berkaitan dengan pengamanan terhadap kontak tidak langsung seperti yang digunakan dalam IEC 60364-4-41, khususnya gangguan isolasi dasar.

##### 4.2.1 Proteksi dengan dua sarana proteksi yang independen

Dalam masing-masing dari kedua proteksi independen harus dirancang sedemikian sehingga suatu gangguan tidak akan terjadi, dalam kondisi yang ditentukan oleh panitia teknik yang relevan.

---

<sup>1)</sup> Hingga kini diakui bahwa aspek ini masih belum dibahas. Persyaratan mekanik yang sesuai dan pengujian masih diperlukan. Dan tidak dapat digantikan dengan spesifikasi dari parameter listrik.



Kedua sarana proteksi independen tersebut harus tidak saling mempengaruhi satu dengan lainnya sehingga gangguan di sarana proteksi yang satu tidak dapat merusak yang lainnya.

Kegagalan dari kedua sarana proteksi independen tersebut tidak akan terjadi dan secara normal tidak perlu dipertimbangkan. Sarana proteksi yang masih beroperasi harus tetap handal.

#### **4.2.2 Pengamanan dengan sarana pengamanan dipertinggi**

Sifat sarana proteksi yang dipertinggi harus sedemikian bahwa sifat proteksi untuk pengamanan sama efektifnya dengan yang diberikan oleh dua sarana proteksi independen. Persyaratan untuk sarana proteksi dipertinggi terdapat dalam 5.3.

### **4.3 Kasus khusus**

Jika dalam penggunaannya dapat meningkatkan risiko, umpamanya untuk daerah dengan kontak impedans-rendah dalam manusia terhadap potensial bumi, maka panitia teknik harus mempertimbangkan kemungkinan perlunya untuk menentukan proteksi tambahan. Tambahan proteksi demikian dapat dilengkapi dalam instalasi, dalam sistem atau dalam perlengkapan.

**CATATAN** Dalam hal instalasi dan perlengkapan tegangan-rendah, maka penggunaan gawai arus sisa, dengan arus operasi pengenalan tidak lebih dari 30 mA, diakui sebagai proteksi tambahan terhadap kejutan listrik jika proteksi dasar dan atau proteksi gangguan tidak efektif atau oleh penggunaan perlengkapan yang kurang hati-hati.

Dampak dari gangguan ganda maupun gangguan yang lebih banyak sebaiknya dipertimbangkan, dalam hal khusus, tergantung pada penilaian panitia teknik.

## **5 Sarana proteksi (unsur tindakan proteksi)**

Semua sarana proteksi harus di desain dan dipasang agar efektif selama umur yang diperkirakan, dari instalasi, sistem atau perlengkapan jika digunakan sesuai yang dimaksudkan dan dipelihara dengan benar.

Lingkungannya sebaiknya diperhitungkan dengan menggunakan klasifikasi dari pengaruh luar seperti diuraikan dalam IEC 60721. Perhatian khusus untuk suhu sekeliling, kondisi iklim, adanya air, ketegangan mekanik, kemampuan manusia dan daerah kontak bagi manusia atau hewan dengan potensial bumi.

Panitia teknik harus memperhitungkan persyaratan untuk koordinasi isolasi. Untuk instalasi, sistem dan perlengkapan tegangan rendah persyaratannya terdapat dalam IEC 60664-1 yang juga memberi ketentuan ukuran untuk jarak bebas (di udara) dan jarak rambat maupun pedoman ukuran untuk isolasi padat. Untuk instalasi, sistem dan perlengkapan tegangan tinggi, persyaratannya terdapat dalam IEC 60071-1 dan IEC 60071-2.

### **5.1 Sarana untuk proteksi dasar**

Proteksi dasar harus terdiri dari satu atau lebih sarana yang pada kondisi normal mencegah kontak dengan bagian-bertegangan-berbahaya.



**CATATAN** Cat, vernis, lak dan produk sejenis pada umumnya tidak dianggap sebagai isolasi yang cukup untuk proteksi terhadap kejut listrik dalam pelayanan normal.

Subayat 5.1.1 hingga 5.1.8 menentukan beberapa sarana tersendiri untuk proteksi dasar.

### **5.1.1 Isolasi dasar**

**5.1.1.1** Jika digunakan isolasi dasar yang padat, maka hal ini akan mencegah kontak dengan bagian-bertegangan-berbahaya.

**CATATAN** Dalam hal instalasi dan perlengkapan tegangan-tinggi, mungkin terdapat tegangan pada permukaan isolasi padat dan mungkin perlu pencegahan lebih lanjut.

**5.1.1.2** Jika isolasi dasar berupa udara, maka pencapaian ke bagian-bertegangan-berbahaya atau memasuki daerah berbahaya harus dicegah dengan penghalang, rintangan atau selungkup seperti diuraikan dalam 5.1.2 dan 5.1.3 atau dengan menempatkannya diluar jangkauan tangan seperti diuraikan dalam 5.1.4.

### **5.1.2 Penghalang atau selungkup**

Penghalang atau selungkup harus mencegah

- dalam hal instalasi dan perlengkapan tegangan-rendah, pencapaian bagian-bertegangan-berbahaya dengan menyiapkan suatu tingkat proteksi terhadap kejut listrik paling sedikit IPXXB (juga sesuai dengan IP2X) dari IEC 60529
- dalam hal instalasi dan perlengkapan tegangan-tinggi, memasuki daerah berbahaya dengan menyediakan tingkat proteksi paling sedikit IPXXB (juga sesuai dengan IP2X) dari IEC 60529.

**5.1.2.2** Penghalang atau selungkup harus mempunyai kekuatan mekaniknya, stabilitas dan keawetannya cukup untuk menjaga tingkat proteksi yang ditentukan, dengan memperhitungkan semua pengaruh yang relevan dari lingkungannya dan dari dalam selungkup. Penghalang dan selungkup harus terpasang kuat pada tempatnya.

**5.1.2.3** Jika desain atau konstruksinya memungkinkan untuk pemindahan penghalang, maka pembukaan selungkup atau melepaskan bagian dari selungkup, pencapaian bagian-bertegangan-berbahaya atau memasuki daerah berbahaya harus hanya dapat.

- dengan menggunakan kunci atau perkakas, atau
- setelah memisahkan bagian-bertegangan-berbahaya dari sirkit suplai sehingga selungkup tidak akan lagi menjadi proteksi, dan kembalinya suplai harus hanya mungkin setelah pemasangan kembali penghalang atau bagian selungkup atau setelah menutup pintu, atau
- jika penghalang diantaranya masih mempunyai tingkat proteksi yang disyaratkan, maka penghalang demikian hanya dapat dilepas dengan menggunakan kunci atau perkakas.

**CATATAN** Lihat juga ayat 8.



### **5.1.3 Rintangan**

Rintangan dimaksudkan untuk melindungi tenaga trampil atau tenaga terlatih tetapi tidak dimaksudkan untuk melindungi orang awam.

**5.1.3** Selama operasi instalasi, sistem atau perlengkapan dalam kondisi operasi dan pelayanan khusus (lihat ayat 8), rintangan harus mencegah

- Pada instalasi dan perlengkapan tegangan-rendah, kontak yang tidak disengaja dengan bagian-bertegangan-berbahaya atau
- pada instalasi dan perlengkapan tegangan-tinggi, memasuki dengan tidak disengaja daerah berbahaya.

**5.1.3.3** Rintangan dapat dipindahkan tanpa menggunakan kunci atau perkakas tetapi harus terpasang kuat sehingga tidak mungkin memindahkannya dengan tidak disengaja.

**5.1.3.4** Jika rintangan yang konduktif terpisah dari bagian-bertegangan-berbahaya oleh isolasi dasar saja, maka ini merupakan bagian-konduktif-terbuka, dan tindakan untuk proteksi gangguan (lihat ayat 6) harus juga diterapkan.

### **5.1.4 Penempatan diluar jangkauan tangan**

**5.1.4.1** Jika ketentuan yang diuraikan dalam 5.1.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.5 dan 5.1.6 ternyata tidak dapat diterapkan, maka penempatan diluar jangkauan tangan mungkin sesuai untuk mencegah

- pada instalasi dan perlengkapan tegangan-rendah, pencapaian dengan tidak sengaja secara bersamaan ke dua bagian konduktif dimana diantaranya mungkin terdapat tegangan berbahaya diantaranya.
- pada instalasi dan perlengkan tegangan-tinggi, memasuki dengan tidak sengaja daerah berbahaya.

Rinciannya harus ditentukan oleh panitia teknik.

**CATATAN** Untuk instalasi tegangan-rendah, bagian yang terpisah dengan jarak lebih dari 2,5 m biasanya dianggap tidak dapat dicapai secara bersamaan. Jika pencapaian dibatasi untuk tenaga trampil atau tenaga terlatih, dapat disyaratkan jarak yang lebih pendek.

**5.1.4.2** Jika jarak diperkirakan dapat diperdekat oleh benda yang digunakan manusia atau dipegang ditangann seperti perkakas atau tangga, maka panitia teknik harus menentukan larangan yang sesuai, atau suatu jarak yang sesuai antar bagian dimana diantaranya tegangan berbahaya dapat terjadi.

### **5.1.5 Pembatasan tegangan**

Tegangan harus dibatasi upaya bahwa tegangan antar bagian yang dapat dicapai secara bersamaan tidak melebihi batas ELV yang relevan seperti diuraikan dalam IEC 61201.

**CATATAN** Ketentuan untuk proteksi dasar ini tidak berkaitan dengan ketentuan yang diperlukan untuk proteksi gangguan, lihat 6.6 dan 6.7.



### 5.1.6 Pembatasan arus sentuh ajek dan muatan

Pembatasan arus sentuh ajek dan muatan harus mencegah manusia atau hewan terkena nilai arus sentuh ajek dan muatan yang dapat menjadi berbahaya atau dapat dirasakan.

CATATAN Untuk manusia, nilai berikut (nilai a.b.b. untuk frekuensi hingga 100 Hz) diberikan sebagai pedoman.

- Diusulkan untuk arus ajek yang mengalir antar bagian yang dapat dicapai secara bersamaan melalui resistans murni sebesar 2 000 ( tidak melebihi ambang yang dapat dirasakan, a.b.b 0,5 mA atau a.s. 2 mA .
- Dapat ditentukan nilai yang tidak melebihi ambang sakit yaitu a.b.b. 0,5 mA atau a.s. 10 mA.
- Diusulkan agar ditentukan muatan tersimpan terdapat antara bagian konduktif yang dapat dicapai secara bersamaan yang tidak melebihi 0,5 (C (ambang rasa), dan dapat ditentukan 50 (C (ambang rasa sakit).
- Panitia tekni dapat menentukan nilai yang lebih tinggi untuk muatan tersimpan dan arus ajek pada bagian yang diperlukan khusus untuk meningkatkan reaksi (umpamanya pagar listrik). Agar diperhatikan ambang batas fibrilasi ventricular, lihat IEC 60479-1.
- Nilai batas untuk arus a.b.b. ajek ditentukan untuk arus sinusoidal dengan frekuensi antara 15 Hz dan 100 Hz. Nilai untuk frekuensi lainnya, untuk bentuk gelombang yang lain untuk a.b.b.dengan superimpose a.s masih dalam pertimbangan.
- Perlengkapan medik listrik tercakup dalam IEC 60601 dapat memerlukan tingkatan lain.

### 5.1.7 Penentuan potensial (grading potensial)

Pada instalasi dan perlengkapan tegangan-tinggi, penentuan potensial harus mencegah manusia atau hewan dalam kondisi normal terhadap tegangan langkah dan tegangan sentuh yang berbahaya dengan melengkapi potensial *electrode* bumi.

CATATAN Penentuan potential biasanya digunakan secara tipikal untuk sistem kereta listrik , dimana terdapat arus bumi yang besar.

### 5.1.8 Sarana lainnya

Setiap sarana lainnya untuk proteksi dasar harus sesuai dengan ketentuan pokok (lihat ayat 4).

## 5.2 Sarana untuk proteksi gangguan

Proteksi gangguan harus terdiri dari satu atau lebih sarana yang independen terhadap proteksi maupun tambahan pada proteksi dasar.

Sub ayat 5.2.1 hingga 5.2.8 merinci ketentuan masing-masing bagi proteksi gangguan.

### 5.2.1 Isolasi tambahan

Isolasi tambahan harus ditentukan ukurannya agar dapat menahan tegangan yang sama seperti yang ditentukan untuk isolasi dasar.



### **5.2.2 Ikatan-penyama-potensial-pengaman**

Sistem ikatan-penyama-potensial-proteksi harus terdiri dari satu atau suatu kombinasi yang sesuai dari dua atau lebih unsur dibawah.

- sarana untuk ikatan-penyama-potensial-proteksi dalam perlengkapan, lihat ayat 7;
- ikatan-penyama-potensial-pengaman yang dibumikan atau tidak dibumikan dalam instalasi (lihat catatan);
- konduktor proteksi (PE);
- konduktor PEN;
- tabir proteksi;
- titik pembumian pada sumber atau titik netral buatan;
- electrode bumi (termasuk electrode bumi untuk penentuan potensial);
- konduktor pembumian.

**CATATAN** Dalam instalasi tegangan-rendah, ikatan-penyama-potensial-pengaman yang dibumikan biasanya terdiri dari.

- ikatan penyama potensial utama yang disambung bersama
  - konduktor pengaman utama
  - konduktor pembumian utama atau terminal pembumian utama
  - pipa logam sebagai pipa pelayanan suplai di dalam bangunan, umpamanya gas, air;
  - bagian logam struktur, pemanasan sentral dan system penyaman udara, jika ada;
  - setiap selubung logam dari kabel (untuk kabl telepon, jika diijinkan oleh pemiliknya atau operator dari kabel tersebut)
- ikatan penyama potensial tambahan yang disambungkan pada semua bagian konduktif yang dapat tercapai
- ikatan penyama potensial setempat yang disambungkan pada semua bagian konduktif yang dapat dicapai di lokasi setempat dimana terdapat kondisi khusus.

Sistem ikatan penyama potensial dari instalasi atau sistem tegangan-tinggi harus disambungkan ke bumi disebabkan oleh risiko khusus, yang mungkin ada, umpamanya bahaya tegangan sentuh dan tegangan langkah yang tinggi dan dari bagian-konduktif-terbuka yang menjadi bertegangan disebabkan oleh peluahan listrik. Impedans ke bumi dari susunan pembumian harus ditetapkan sehingga tidak akan terjadi tegangan sentuh yang berbahaya. Bagian-konduktif-terbuka, yang dapat menjadi bertegangan pada kondisi gangguan, harus disambungkan pada susunan pembumian.

**5.2.2.1** Bagian konduktif yang dapat dicapai yang dapat menjadi bertegangan sentuh efektif yang berbahaya jika terjadi gangguan pada proteksi dasar, umpamanya bagian-



konduktif-terbuka dan setiap tabir pengaman, harus disambungkan pada sistem ikatan-penyama-potensial-pengaman.

**CATATAN** Bagian konduktif dari perlengkapan listrik yang hanya dapat menjadi bertegangan melalui kontak dengan bagian-konduktif-terbuka yang menjadi bertegangan, tidak dianggap sebagai bagian-konduktif-terbuka.

**5.2.2.2** Sistem ikatan-penyama-potensial-pengaman harus mempunyai impedans yang cukup rendah untuk menghindari perbedaan potensial yang berbahaya antar bagian jika kegagalan isolasi dan, jika perlu, digunakan bersamaan dengan gawai pengaman yang dioperasikan oleh arus gangguan (lihat 5.2.4). Perbedaan potensial maksimum dan lamanya harus didasarkan pada IEC 60479-1.

**CATATAN 1** Hal ini mungkin memerlukan pertimbangan nilai impedans relatif dari berbagai unsur dari suatu sistem ikatan-penyama-potensial-pengaman.

**CATATAN 2** Perbedaan potensial tidak perlu dipertimbangkan jika impedans sirkit membatasi arus sentuh ajek dalam hal gangguan tunggal sehingga tidak dapat melebihi a.b.b. 3,5 mA rms untuk frekuensi hingga 100 Hz or a.s. 10 mA jika diukur sesuai dengan IEC 60990.

**CATATAN 3** Pada beberapa lingkungan atau situasi, umpamanya lokasi medik (lihat nilai batas dalam IEC 60601-1), lokasi dengan konduktif tinggi, daerah basah dan daerah sejenis, maka nilai batas perlu lebih rendah.

**5.2.2.3** Semua bagian ikatan penyama-potensial-pengaman harus dibuat sedemikian sehingga stress termal dan dinamik yang mungkin terjadi disebabkan oleh gangguan arus tidak akan mengganggu karakteristik dari sistem ikatan-penyama-potensial-proteksi sebagai akibat dari kegagalan atau penembusan isolasi dasar.

**CATATAN** Beberapa kerusakan setempat, dengan tidak menurangi keselamatan, umpamanya bagian plat logam dari selungkup, dapat diterima pada tempat dimana gangguan terjadi sesuai dengan petunjuk khusus yang ditentukan oleh komite produk.

**5.2.2.4** Semua bagian dari ikatan-penyama-potensial-pengaman harus mampu untuk menahan semua pengaruh internal maupun eksternal (termasuk mekanikal, termal dan korosif) yang dapat terjadi.

**5.2.2.5** Sambungan konduktif yang dapat bergerak, umpamanya engsel atau pintu geser, tidak dianggap sebagai bagian dari sistem ikatan-penyama-potensial-proteksi kecuali jika sesuai dengan persyaratan 5.2.2.2, 5.2.2.3, dan 5.2.2.4.

**5.2.2.6** Bila suatu komponen dari sesuatu instalasi, sistem atau perlengkapan dimaksudkan untuk dilepaskan, maka ikatan penyama-potensial-pengaman untuk setiap bagian lain dari instalasi, sistem atau perlengkapan harus tidak boleh terputus pada saat melepas komponen kecuali suplai listrik ke bagian lainnya diputus terlebih dahulu.

**5.2.2.7** Dengan pengecualian yang diuraikan dalam 5.2.2.8, tidak boleh berisi unsur gawai ikatan-ikatan-penyama-potensial yang mungkin diperkirakan dapat memutus kontinuitas listrik atau memberikan impedans yang berarti.

**CATATAN** Persyaratan ini dapat dibatalkan oleh panitia teknik untuk verifikasi dari kontinuitas konduktor proteksi atau untuk mengukur arus pada konduktor proteksi.

**5.2.2.8** Jika elemen unsur ikatan-penyama-potensial-pengaman dapat diputuskan oleh penyambung atau gawai kotak-kontak dan tusuk-kontak yang sama dengan konduktor suplai yang relevan, maka ikatan-penyama-potensial-pengaman harus tidak boleh diputuskan



sebelum konduktor suplai. Ikatan-penyama-potensial-pengaman harus dipasang kembali sebelum konduktor suplai disambung kembali. Persyaratan ini tidak berlaku jika pemutusan dan penyambungan kembali dalam kondisi tidak bertegangan.

Pada instalasi, sistem tegangan-tinggi dan perlengkapan tegangan tinggi, ikatan-penyama-potensial-proteksi tidak boleh diputuskan sebelum kontak utama mencapai jarak pisah yang dapat menahan tegangan ketahanan impuls pengenal dari perlengkapan.

**5.2.2.9** Konduktor untuk ikatan-penyama-potensial-pengaman, baik berinsulasi atau telanjang, harus mudah dibedakan dari bentuk, lokasi, penandaan atau warna, kecuali konduktor yang tidak dapat dilepas tanpa merusak, umpamanya pengikat dan pengawatan sejenis dalam perlengkapan eksternal dan jalur pada papan pengawatan tercetak. Jika digunakan identifikasi warna, maka harus sesuai dengan IEC 60446.

### **5.2.3 Tabir proteksi**

Tabir proteksi harus berupatabir konduktif yang ditempatkan diantara bagian-bertegangan-berbahayapada penginstalasian sistem atau perlengkapan dan bagian yang akan diproteksi. Tabir proteksi.

- harus disambungkan pada sistem ikatan-penyama-potensial-pengaman dari instalasi, sistem atau perlengkapan dan interkoneksiya harus sesuai dengan persyaratan pada 5.2.2 dan
- harus memenuhi persyaratan untuk elemen sistem ikatan-penyama-potensial-pengaman, lihat 5.2.2.2, 5.2.2.3 dan 5.2.2.4.

### **5.2.4 Indikasi dan pemutusan pada instalasi dan sistem tegangan-tinggi**

Suatu gawai harus disediakan yang menandakan suatu gangguan. Tergantung pada cara pembumian netral, arus gangguan harus dapat diputuskan secara manual atau otomatis (lihat 5.2.5). Nilai yang diijinkan untuk tegangan sentuh yang tergantung pada lamanya gangguan harus ditentukan oleh panitia teknik berdasarkan IEC 60479-1.

### **5.2.5 Pemutusan suplai secara otomatis**

Untuk pemutusan suplai secara otomatis

- harus disediakan system ikatan-penyama-potensial-proteksi, dan
- dalam hal suatu kegagalan pada isolasi dasar suatu gawai proteksi yang dioperasikan oleh arus gangguan harus memutuskan satu atau lebih konduktor saluran yang mensuplai perlengkapan, sistem atau instalasi.

**5.2.5.1** Gawai proteksi harus memutus arus gangguan dalam waktu yang ditentukan oleh panitia teknik berdasarkan IEC 60479-1. Untuk instalasi tegangan- rendah, waktu yang ditentukan tergantung pada tegangan sentuh prospektif yang terjadi diantara ikatan-penyama-potensial-proteksi.

**CATATAN** Untuk arus gangguan ajek, yang berkaitan dengan proteksi terhadap kejut listrik, yang tidak memerlukan perlu pemutusan, maka dapat ditentukan batas tegangan sentuh konvensional  $U_L$ .

**5.2.5.2** Gawai pengaman dapat dipasang di setiap bagian yang sesuai dalam instalasi, sistem atau perlengkapan, dan harus dipilih dengan memperhitungkan karakteristik dari lingkaran arus gangguan.



### 5.2.6 Pemisahan sederhana (antar sirkit)

Pemisahan sederhana antara suatu sirkit dan sirkit lainnya atau bumi harus dicapai dengan isolasi dasar secara keseluruhan dengan diperkirakan tegangan tertinggi yang ada.

Jika setiap komponen disambungkan antara sirkit yang terpisah, maka komponen tersebut harus tahan stres elektrik yang ditentukan untuk isolasi yang menjembatannya dan impedansnya harus membatasi arus prospektif yang mengalir melalui komponen hingga nilai arus sentuh ajek yang tercantum dalam 5.1.6.

### 5.2.7 Lingkungan yang tidak-konduktif

Lingkungan harus mempunyai impedans kebumi paling sedikit

- 50 k( jika sistem tegangan nominal tidak lebih dari 500 V a.b atau a.s;
- 100 k( a.b.b atau 1 500 V a.s (nilai a.b untuk frekuensi hingga 100 Hz).

CATATAN 1 Cara untuk mengukur resistans isolasi lantai dan dinding termasuk dalam lampiran A pada IEC 60364-6-61.

CATATAN 2 Nilai impedans untuk tegangan yang lebih tinggi masih dipertimbangkan.

### 5.2.8 Tingkatan potensial

Penentuan potensial dapat digunakan pada instalasi dengan electrode bumi tambahan untuk mengurangi tegangan sentuh dan tegangan langkah yang timbul jika terjadi gangguan.

CATATAN Elektrode bumi biasanya ditanam pada jarak 1 m di depan perlengkapan atau setiap bagian konduktif pada kedalaman 0,5 m di bawah permukaan tanah dan disambungkan pada susunan pembumian.

### 5.2.9 Penyediaan lain

Sarana lainnya untuk proteksi gangguan harus sesuai dengan aturan dasar (lihat ayat 4).

## 5.3 Penyediaan pengaman yang ditingkatkan

Suat penyediaan pengaman yang ditingkatkan harus memberikan proteksi dasar dan proteksi gangguan.

Subayat 5.3.1 hingga 5.3.5 merinci sarana yang ditingkatkan terbuat.

Pengaturan harus dibuat sehingga pengaman yang diperoleh dengan penyediaan pengaman yang ditingkatkan tidak akan menjadi turun mutunya dan dengan demikian gangguan tunggal tidak akan terjadi.

### 5.3.1 Isolasi diperkuat

Isolasi yang diperkuat harus di desain sedemikian sehingga mampu untuk menahan stress elektrik, termal, mekanik dan lingkungan dengan keandalan yang sama seperti yang diberikan oleh isolasi ganda (isolasi dasar dan isolasi tambahan, lihat 3.10.1 dan 3.10.2)

CATATAN 1 Hal ini memertlukan desain dan parameter uji yang lebih besar dari yang ditentukan untuk isolasi dasar.



CATATAN 2 Sebagai contoh untuk penerapan tegangan-rendah, ukuran isolasi yang diperkuat yang berkaitan dengan tegangan impuls, dengan berlakunya konsep kategori tegangan-lebih (lihat IEC 60364-45-443<sup>2)</sup>), disyaratkan agar sesuai dengan persyaratan kategori tegangan lebih yang merupakan satu kategori lebih tinggi dari yang ditentukan untuk isolasi dasar.

CATATAN 3 Isolasi yang diperkuat terutama digunakan pada instalasi dan perlengkapan tegangan-rendah tetapi boleh diterapkan ada instalasi dan perlengkapan tegangan-tinggi.

### **5.3.2 Pemisahan-proteksi sirkit**

Pemisahan-proteksi sirkit dan sirkit lainnya harus dicapai dengan cara

- isolasi dasar dan isolasi tambahan, masing-masing untuk tegangan pengenalan tertinggi yang ada, umpamanya isolasi ganda, atau
- isolasi diperkuat (5.3.1) untuk tegangan pengenalan tertinggi yang ada atau
- tabir proteksi (5.2.3) dengan tabir tersebut dipisahkan dari setiap sirkit disebelahnya oleh isolasi dasar dengan tegangan pengenalan sirkit disebelahnya (lihat juga 6.6, paragraph akhir), atau
- suatu kombinasi dari ketentuan diatas.

Jika konduktor dari sirkit yang terpisah terdapat bersamaan dengan konduktor dari sirkit lainnya di dalam kabel multi-konduktor atau dalam kelompok lain dari konduktor, maka harus diisolasi, masing-masing atau secara kolektif, untuk tegangan tertinggi yang ada, sehingga tercapai isolasi ganda.

Jika ada komponen tersambung arus sirkit yang terpisah, maka komponen tersebut harus memenuhi persyaratan untuk gawai impedan proteksi, lihat 5.3.4.

---

<sup>2)</sup> Standar ini akan diganti dengan IEC 60364-4-44



### 5.3.3 Sumber-arus-terbatas

Suatu sumber-arus-terbatas harus di desain sedemikian sehingga tidak dapat mensuplai arus sentuh yang melebihi batas yang tercantum dalam 5.1.6.

Persyaratan untuk 5.1.6 juga berlaku untuk setiap kegagalan<sup>3)</sup> yang mungkin terjadi pada komponen tunggal dari sumber-arus-terbatas.

CATATAN Nilai batas sebaiknya ditentukan oleh panitia teknik terkait.

### 5.3.4 Gawai impedans proteksi

Gawai impedans proteksi harus membatasi arus sentuh dengan andal hingga mencapai nilai arus yang dicatumkan 5.1.6.

Gawai impedans proteksi harus tahan stress elektrik yang ditentukan untuk isolasi yang menjembatannya.

Persyaratan ini berlaku juga untuk setiap kegagalan<sup>3)</sup> yang mungkin terjadi pada komponen tunggal dari gawai impedans proteksi

### 5.3.5 Sarana lainnya

Setiap sarana pengaman lainnya yang ditingkatkan untuk proteksi dasar dan proteksi gangguan harus sesuai dengan aturan fundamental (lihat ayat 4).

## 6 Tindakan proteksi

Ayat ini menguraikan struktur untuk tindakan proteksi yang tipikal, dalam beberapa hal menandakan sarana proteksi yang mana diperuntukkan bagi proteksi dasar dan yang mana untuk proteksi gangguan.

Dapat digunakan lebih dari satu tindakan proteksi berikut dalam instalasi, sistem atau perlengkapan yang sama.

### 6.1 Proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis

Tindakan proteksi yang

- proteksi dasarnya dilengkapi dengan isolasi dasar antara bagian-bertegangan-berbahaya dan bagian-konduktif-terbuka, dan
- proteksi gangguannya dilengkapi dengan pemutusan suplai secara otomatis.

CATATAN Menurut 5.2.5, pemutusan otomatis dari suplai memerlukan sistem ikatan-penyama-potensial-proteksi.

### 6.2 Proteksi dengan isolasi ganda atau isolasi diperkuat

Tindakan proteksi yang

- proteksi dasarnya disediakan oleh isolasi dasar dari bagian-bertegangan-berbahaya dan

<sup>3)</sup> Umpamanya, jika karakteristik keamanan yang relevan dari komponen ditentukan dan diatur oleh IEC *Quality System for Electronic Components* (IECQ), maka kegagalan komponen yang telah disetujui dan digunakan dengan benar dianggap tidak akan terjadi.



- proteksi gangguan disediakan oleh isolasi tambahan atau
- proteksi dasar dan proteksi gangguan disediakan oleh isolasi diperkuat antara bagian-bertegangan-berbahaya dan bagian yang dapat dicapai ( bagian konduktif yang dapat dicapai dan permukaan yang dapat dicapai dari bahan isolasi).

### **6.3 Proteksi dengan ikatan penyama potensial**

Tindakan proteksi, yang

- proteksi dasarnya merupakan isolasi dasar antara bagian-bertegangan-berbahaya dan bagian-konduktif-terbuka, dan
- proteksi gangguannya merupakan sistem ikatan-penyama-potensial-proteksi yang mencegah adanya tegangan berbahaya antara bagian terbuka yang dapat dicapai secara bersamaan dan bagian-konduktif-ekstra

### **6.4 Proteksi dengan pemisahan secara listrik**

Tindakan proteksi, yang

- proteksi dasarnya merupakan isolasi dasar antara bagian-bertegangan-berbahaya dan bagian-konduktif-terbuka dari sirkit yang terpisah, dan
- proteksi gangguan merupakan
  - pemisahan-sederhana sirkit yang terpisah dari sirkit lainnya dan bumi, dan
  - ikatan-penyama-potensial-proteksi yang saling bersambungan dengan bagian-konduktif-terbuka dari sirkit terpisah dengan lebih dari satu bagian dari perlengkapan yang disambungkan pada sirkit yang terpisah.

Penyambungan bagian-konduktif-terbuka ke konduktor proteksi atau ke konduktor bumi tidak boleh dilakukan.

CATATAN 1 Pemisahan secara listrik digunakan terutama dalam instalasi dan perlengkapan tegangan-rendah tetapi boleh diterapkan termasuk pada instalasi dan perlengkapan tegangan-tinggi.

CATATAN 2 Pemisahan secara listrik yang tercantum dalam 413.5 dari IEC 60364-4-41 untuk instalasi tegangan-rendah berisi persyaratan yang lebih berat.

### **6.5 Proteksi dengan lingkungan tak-konduktif (tegangan-rendah)**

Tindakan proteksi, yang

- proteksi dasarnya diberikan oleh isolasi dasar antara bagian-bertegangan-berbahaya dan bagian-konduktif-terbuka, dan
- proteksi gangguan diberikan oleh lingkungan yang tak-konduktif.

### **6.6 Proteksi dengan SELV**

Tindakan proteksi yang proteksinya disediakan oleh

- pembatasan tegangan dalam sirkit (sistem SELV) dan



- separasi-protektif dari semua sirkit PELV dan sistem SELV dan PELV
- pemisahan sederhana sistem SELV, dari sistem PELV dan dari bumi.

Sabungan yang disengaja dari bagian-konduktif-terbuka ke konduktor pengaman atau ke konduktor bumi tidak diperbolehkan.

Dalam lokasi khusus dimana diperlukan SELV dan dimana diterapkan tabir proteksi sesuai 5.3.2, maka tabir proteksi harus terpisah dari setiap sirkit disebelahnya dengan isolasi dasar untuk tegangan tertinggi yang ada.

## 6.7 Proteksi dengan PELV

Tindakan proteksi yang proteksinya diberikan

- pembatasan tegangan dalam sirkit yang dapat dibumikan dan atau bagian-konduktif-terbuka nya boleh dibumikan (sistem PELV) dan
- sistem PELV pemisah proteksi dari sirkit lainnya yang bukan SELV dan PELV

Jika sirkit PELV dibumikan dan jika digunakan tabir proteksi sesuai 5.3.2, maka tidak perlu melengkapi isolasi dasar antara tabir proteksi dan sistem PELV.

CATATAN 1 Jika bagian bertegangan sistem PELV dapat dicapai secara bersamaan dengan bagian konduktif, yjika terjadi gangguan, mungkin mendapat potensial dari sirkit primer, maka proteksi terhadap kejut listrik tergantung pada ikatan-penyama-potensial-proteksi antara semua bagian konduktif demikian.

CATATAN 2 Penggunaan ELV yang tidak sesuai dengan 6.6 dan 6.7 bukan merupakan tindakan proteksi.

## 6.8 Proteksi dengan pembatasan arus sentuh ajek dan muatan

Tindakan proteksi yang proteksinya menunjukan

- suplai untuk sirki
  - dari sumber-arus-terbatas atau
  - melalui gawai impedans proteksi

dan

- merupakan-proteksi dari sirkit dari bagian-bertegangan-berbahaya.

## 6.9 Proteksi dengan tindakan lain

Setiap tindakan proteksi lainnya harus sesuai dengan ketentuan dasar (lihat ayat 4) dan berfungsi sebagai proteksi dasar serta proteksi gangguan.

## 7 Koordinasi perlengkapan listrik dan sarana proteksi dalam instalasi listrik

Proteksi dicapai dengan kombinasi susunan konstruksi untuk perlengkapan dan gawai, berikut cara pemasangan instalasi. Panitia teknik dianjurkan untuk menggunakan tindakan proteksi yang diuraikan dalam ayat 6.

Perlengkapan dapat di klasifikasikan. Penggunaan sarana proteksi pada beberapa kelas perlengkapan diuraikan dalam 7.1 hingga 7.4 (lihat juga tabel 1).



Jika klasifikasi untuk perlengkapan dan gawai dengan cara ini, tidak sesuai maka panitia teknik harus menentukan metode yang relevan untuk instalasi bagi produknya.

Untuk beberapa perlengkapan kesesuaian dengan klasifikasi hanya dapat dicapai setelah pemasangan instalasi, umpamanya jika instalasi mencegah pencapaian ke bagian bertegangan. Dalam hal ini, maka harus dibuat petunjuk yang sesuai oleh pabrikan atau agen penjualnya.

## **7.1 Perlengkapan kelas 0<sup>4)</sup>**

Perlengkapan dengan isolasi dasar sebagai sarana untuk proteksi dasar dan tidak ada sarana untuk proteksi gangguan.

### **7.1.1 Isolasi**

Semua bagian konduktif yang tidak dipisahkan dari bagian-bertegangan-berbahaya paling sedikit sama dengan isolasi dasar harus diberlakukan seolah-olah bagian-bertegangan-berbahaya.

## **7.2 Perlengkapan kelas I**

Perlengkapan dengan isolasi dasar sebagai sarana untuk proteksi dasar dan ikatan penyama proteksi sebagai sarana untuk proteksi gangguan.

### **7.2.1 Isolasi**

Semua bagian konduktif yang tidak dipisahkan dari bagian-bertegangan-berbahaya paling sedikit dengan isolasi dasar harus diperlakukan sebagai bagian-bertegangan-berbahaya. Hal ini juga berlaku bagi bagian konduktif yang dipisahkan oleh isolasi dasar tetapi disambungkan pada bagian-bertegangan-berbahaya melalui komponen yang tidak didesain bagi stres yang sama seperti yang ditentukan untuk isolasi dasar.

### **7.2.2 Ikatan-penyama-potensial-proteksi**

Bagian-konduktif-terbuka pada perlengkapan harus disambungkan pada terminal ikatan penyama proteksi.

CATATAN 1 Dalam bagian-konduktif-terbuka, termasuk bagian yang hanya tertutup oleh cat, vernis, lak dan produk sejenis.

CATATAN 2 Bagian konduktif yang dapat disentuh tidak merupakan bagian-konduktif-terbuka jika terpisah dari bagian-bertegangan-berbahaya dengan pemisah-proteksi.

### **7.2.3 Permukaan bagian bahan isolasi yang dapat dicapai dari bahan isolasi**

Jika perlengkapan tidak sepenuhnya tertutup dengan bagian konduktif, maka yang berikut berlaku bagi bagian bahan isolasi yang dapat dicapai:

Bagian bahan isolasi yang dapat dicapai yang

- dirancang untuk digenggam, atau

---

<sup>4)</sup> Dianjurkan untuk menghapuskan perlengkapan kelas 0 dari standar internasional. Sungguhpun demikian, kelas 0 telah dimasukkan disini oleh karena kelas ini masih dirujuk dalam beberapa standar produk.



- mungkin kontak dengan permukaan konduktif yang dapat menyebabkan potensial berbahaya, atau
- dapat kontak yang cukup (luasnya lebih dari 50 mm x 50 mm) dengan bagian badan manusia, atau
- bagian yang digunakan di daerah yang polusinya sangat konduktif.

harus dipisahkan dari bagian-bertegangan-berbahaya dengan

- isolasi ganda atau isolasi diperkuat, atau
- isolasi dasar dan tabir proteksi, atau
- kombinasi sarana diatas.

Semua permukaan bagian lainnya dari bahan isolasi yang dapat dicapai harus terpisah dari bagian-bertegangan-berbahaya paling sedikit dengan isolasi dasar. Untuk perlengkapan yang merupakan bagian dari instalasi tetap, maka isolasi dasar harus dilengkapi oleh pabrikan atau selama pemasangan instalasi harus sesuai dengan instruksi yang ditentukan oleh pabrikan atau agen penjual.

Persyaratan ini benar-benar sesuai jika bagian dari bahan isolasi yang dapat dicapai memenuhi isolasi yang disyaratkan.

**CATATAN** Panitia teknik dapat menentukan persyaratan yang lebih berat mengenai isolasi dasar untuk bagian dari bahan isolasi yang dapat dicapai (umpamanya yang sering disentuh, seperti sarana operasi) dengan memperhitungkan luas permukaan kontak dengan badan manusia.

#### **7.2.4 Sambungan konduktor proteksi**

**7.2.4.1** Sarana penyambungan, kecuali untuk sambungan kotak-kontak dan tusuk kontak, harus diberi tanda yang jelas dengan menggunakan simbol no. 5019 dari IEC 60417-2, atau dengan huruf PE, atau dengan kombinasi dua warna hijau dan kuning. Tanda harus tidak boleh ditempatkan pada atau terpasang pada sekrup, ring atau bagian lainnya yang dapat dilepas ketika konduktor sedang disambung.

**7.2.4.2** Untuk perlengkapan yang disambungkan dengan kabel senur, maka sarana harus dibuat sedemikian sehingga konduktor pengaman di dalam kabel senur, jika terjadi kegagalan pada mekanisme pelepas-stres, merupakan konduktor terakhir yang terputus.

### **7.3 Perlengkapan kelas II**

Perlengkapan dengan

- isolasi dasar sebagai sarana untuk proteksi dasar, dan
- isolasi tambahan sebagai sarana untuk proteksi gangguan

atau

- proteksi dasar dan proteksi gangguan diperoleh dari isolasi diperkuat.

#### **7.3.1 Isolasi**

**7.3.1.1** Bagian konduktif yang dapat dicapai dan permukaan bagian dari bahan isolasi yang dapat dicapai harus



- terpisah dari bagian-bertegangan-berbahaya dengan isolasi ganda atau isolasi diperkuat, atau
- dirancang dengan susunan konstruksi sebagai sarana proteksi yang ekuivalen, umpamanya gawai impedans proteksi.

Untuk perlengkapan yang akan merupakan bagian dari instalasi tetap, maka persyaratannya harus dipenuhi bila perlengkapan dipasang dengan baik. Ini berarti bahwa isolasi (dasar, tambahan atau diperkuat) dan impedans proteksi, jika ada, harus dilengkapi oleh pabrikan atau selama pemasangan instalasi sesuai dengan petunjuk yang ditentukan oleh pabrikan atau agen penjual.

**CATATAN** Susunan dengan proteksi gangguan ekuivalen dapat ditentukan oleh panitia teknik serta persyaratan yang sesuai dengan dengan sifat dari perlengkapan dan penerapannya.

**7.3.1.2** Semua bagian konduktif yang terpisah dari bagian-bertegangan-berbahaya hanya dengan isolasi dasar atau dengan susunan konstruksi yang memberi proteksi ekuivalen harus dipisahkan dari permukaan yang dapat dicapai dengan isolasi tambahan atau dengan susunan konstruksi yang memberikan proteksi yang ekuivalen.

Semua bagian konduktif yang tidak terpisah dari bagian-bertegangan-berbahaya paling sedikit dengan isolasi dasar harus diberlakukan sebagai bagian-bertegangan-berbahaya, umpamanya bagian ini harus dipisahkan dari permukaan yang dapat dicapai sesuai dengan 7.3.1.1.

**7.3.1.3** Selungkup harus tidak ada bersekrup atau sarana pemasangan lain dari bahan isolasi serta sekrup atau sarana pemasangan lainnya yang perlu dilepas atau mungkin mesti dilepas selama pemasangan dan pemeliharaan dan jika diganti dengan sekrup logam atau pemasangan lainnya dapat merusak isolasi yang diperlukan.

### **7.3.2 Ikatan penyama proteksi**

Bagian konduktif yang dapat disentuh dan bagian di antaranya harus tidak disambung dengan sengaja pada setiap sarana penyambungan sebagai konduktor proteksi.

**7.3.2.1** Jika perlengkapan dilengkapi dengan sarana untuk menjaga kontinuit ikatan-penyama-potensial-proteksi, akan tetapi pada dasarnya rancangan sesuai perlengkapan kelas II, maka sarana tersebut harus

- di isolasi terhadap bagian bertegangan dan bagian konduktif dari perlengkapan yang dapat dicapai di isolasi dengan isolasi dasar, dan
- diberi tanda seperti yang diperlukan untuk perlengkapan kelas I.

Perlengkapan ini tidak boleh diberi tanda dengan simbol yang tercantum dalam 7.3.3.

**7.3.2.2** Perlengkapan kelas II dapat dilengkapi dengan sarana untuk penyambungan ke bumi untuk tujuan fungsional (yang berbeda dengan proteksi) hanya jika keperluan tersebut terdapat dalam standar IEC yang relevan. Sarana demikian harus di isolasi terhadap bagian bertegangan dengan isolasi ganda atau isolasi diperkuat.

### **7.3.3 Penandaan**

Perlengkapan kelas II harus diberi tanda dengan simbol grafis no. 5172 dari IEC 60417-2, yang ditempatkan disebelah pelat pengenalan, sedemikian rupa sehingga jelas bahwa



simbol tersebut merupakan bagian dari informasi teknis dan tidak mungkin diragukan dengan nama pabrikan atau tanda identifikasi lainnya.

#### **7.4 Perlengkapan kelas III**

Perlengkapan yang didasarkan pada pembatasan nilai tegangan ELV sebagai sarana untuk proteksi dasar dan tanpa sarana untuk proteksi gangguan.

##### **7.4.1 Tegangan**

**7.4.1.1** Perlengkapan harus didesain untuk tegangan nominal maksimum yang tidak melebihi 50 V a.b. atau 120 V a.s. (bebas-riak).

CATATAN 1 Bebas-riak secara konvensional didefinisikan sebagai suatu tegangan riak efektif yang tidak lebih dari 10% dari komponen a.s. Nilai maksimum untuk tegangan a.b. yang tidak sinusoidal masih dalam pertimbangan.

CATATAN 2 Sesuai dengan ayat 411 dari IEC 60364-4-41, perlengkapan kelas III hanya dapat digunakan untuk disambungkan pada sistem SELV dan PELV.

CATATAN 3 Panitia teknik harus menentukan tegangan pengenalan maksimum yang diijinkan untuk produknya sesuai dengan IEC 61201 dan kondisi penggunaan yang ditentukan bagi produk tersebut.

**7.4.1.2** Sirkuit internal boleh beroperasi pada semua tegangan nominal yang tidak melebihi batas yang ditentukan dalam 7.4.1.1.

**7.4.1.3** Pada gangguan tunggal di dalam perlengkapan, tegangan sentuh ajek yang dapat timbul atau dibangkitkan tidak boleh melebihi batas yang ditentukan dalam 7.4.1.1.

##### **7.4.2 Ikatan proteksi**

Perlengkapan kelas III tidak boleh dilengkapi sarana untuk penyambungan konduktor proteksi. Sungguhpun demikian, perlengkapan tersebut boleh dilengkapi dengan sarana untuk sambungan ke bumi untuk tujuan fungsional (yang berbeda dengan proteksi) jika keperluan ini terdapat dalam standar IEC yang relevan. Sarana untuk penyambungan bagian yang bertegangan ke bumi harus tidak boleh dilakukan di dalam perlengkapan.

##### **7.4.3 Penandaan**

Perlengkapan harus diberi tanda dengan simbol grafis no. 5180 dari IEC 60417-2. Persyaratan ini tidak berlaku jika sarana penyambungan ke suplai sedemikian bentuknya yang sedemikian sehingga sarana tersebut hanya cocok untuk desain khusus dari suplai SELV atau PELV.



**Tabel 1 Penggunaan perlengkapan dalam instalasi tegangan-rendah**

Kelas perlengkapan	Tanda atau petunjuk pada Perlengkapan	Kondisi penyambungan Perlengkapan ke instalasi
Kelas 0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hanya digunakan dalam lingkungan tak-konduktif, atau</li> <li>- Diproteksi dengan pemisahan secara listrik</li> </ul>	Lingkungan tak-konduktif
		Pemisahan secara listrik untuk setiap perlengkapan tersendiri
Kelas I	Penandaan terminal ikatan penyama proteksi dengan simbol no. 5019 dari IEC 60417-2, atau huruf PE, atau kombinasi warna kuning-hijau	Sambungan terminal ini pada ikatan-penyama-ekipotensial-proteksi dari instalasi
Kelas II	Penandaan dengan simbol no. 5172 dari IEC 60417-2 (segi empat ganda)	Tidak mengandalkan pada tindakan proteksi instalasi
Kelas III	Penandaan dengan simbol no. 5180 dari IEC 60417-2 (angka rumawi III di dalam bentuk berlian)	Hanya disambungkan pada sistem SELV atau PELV

## 7.5 Arus sentuh, arus konduktor proteksi, arus bocor

CATATAN 1 Subayat 7.5 hanya berlaku pada instalasi, sistem dan perlengkapan tegangan-rendah.

CATATAN 2 Dampak arus bocor selama ini tidak dipertimbangkan dalam standar ini.

### 7.5.1 Arus sentuh

Harus diambil tindakan sehingga bagian yang dapat dicapai, jika disentuh, tidak menimbulkan bahaya seperti diuraikan dalam seri IEC 60479. Arus sentuh harus diukur sesuai dengan IEC 60990. Jika tambahan arus sentuh diperbolehkan pada saat kondisi gangguan, maka panitia produk harus menetapkan secara khusus dalam standarnya kondisi dan peningkatan arus yang diijinkan.

CATATAN Sub ayat 6.2.2 dari IEC 60990 menguraikan pengukuran arus sentuh untuk perlengkapan kelas I dalam kondisi kehilangan konduktor pengaman tidak ada.

### 7.5.2 Arus konduktor proteksi

Harus diambil tindakan dalam instalasi dan perlengkapan untuk mencegah arus konduktor proteksi yang berlebihan dapat mengganggu keselamatan atau penggunaan normal instalasi listrik. Kesesuaian harus terjamin untuk arus pada semua frekuensi yang di suplai ke dan dihasilkan oleh perlengkapan.

**7.5.2.1** Persyaratan untuk mencegah arus konduktor proteksi yang berlebihan dari perlengkapan pengguna-arus



Pada kondisi operasi normal persyaratan untuk perlengkapan listrik yang , pada kondisi operasi normal, menyebabkan arus mengalir dalam konduktor proteksinya, harus sesuai dengan penggunaan normalnya dan sarana proteksinya. Persyaratan dalam 7.5 telah memperhitungkan perlengkapan yang di suplai dengan sitem kotak-kontak dan tusuk-kontak, atau dengan sambungan yang permanen, atau perlengkapan stasioner.

#### **7.5.2.2 Batas arus a.b. maksimum pada konduktor proteksi untuk pemanfaat**

**CATATAN** Metode pengukuran arus konduktor proteksi, yang memperhitungkan komponen frekuensi-tinggi yang dipertimbangkan sesuai dengan IEC 60479-2, masih dalam dipertimbangkan.

Pengukuran harus dilakukan pada perlengkapan pada saat penyerahan.

Batas berikut diterapkan pada perlengkapan dengan frekuensi pengenal 50 Hz atau 60 Hz:

- a) Pemanfat bertusuk-kontak yang dilengkapi dengan tusuk-kontak fase-tunggal atau fase-banyak dan sistem kontak-kontak dengan nilai pengenal sampai dengan 32 A. Nilai batas terdapat dalam lampiran B.
- b) Pemanfaat untuk sambungan tetap dan pemanfaat stasioner, kedua-duanya tanpa tindakan khusus untuk konduktor proteksi, atau pemanfaat bertusuk kontak yang dilengkapi dengan tusuk kontak pase tunggal atau pase banyak dan sistem kotak-kontak, dengan nilai pengenal lebih dari 32 A nilai batas terdapat dalam lampiran B
- c) Pemanfaat pengguna-arus untuk sambungan tetap yang akan disambungkan pada konduktor proteksi diperkuat sesuai dengan 7.5.2.4. Panitia produk sebaiknya menentukan nilai maksimum untuk arus konduktor proteksi asal tidak akan melebihi 5% dari arus masukan pengenal per fase.

Sungguhpun demikian, panitia produk harus mempertimbangkan, bahwa untuk alasan proteksi, gawai proteksi arus sisa mungkin terdapat pada instalasi, dalam hal ini, arus konduktor proteksi harus sesuai dengan tindakan proteksi yang ada. Sebagai alternatif maka harus digunakan transformator dengan belitan terpisah dan dengan paling sedikit pemisahan sederhana.

#### **7.5.2.3 Konduktor proteksi arus searah**

Dalam penggunaan biasa, perlengkapan a.b. tidak boleh membangkitkan arus dengan komponen a.s. pada konduktor proteksi yang mempengaruhi bekerja dengan benar gawai arus sisa atau perlengkapan lainnya.

**CATATAN** Persyaratan yang berkaitan dengan arus gangguan dengan komponen a.s. masih dalam pertimbangan.

#### **7.5.2.4 Sarana dalam perlengkapan jika disambungkan pada sirkit konduktor proteksi diperkuat untuk arus konduktor proteksi yang melebihi 10 mA**

Sarana berikut harus dilengkapi pada pemanfaat pengguna-arus:

- terminal penyambung yang diperuntukkan bagi konduktor proteksi, dengan ukuran paling sedikit 10 mm<sup>2</sup> Cu atau 16 mm<sup>2</sup> Al, atau
- terminal kedua yang diperuntukkan untuk sambungan konduktor proteksi dengan ukuran penampang yang sama dengan konduktor proteksi normal untuk menyambung-kon konduktor proteksi kedua pada pemanfaat.



#### **7.5.2.5 Keterangan**

Untuk perlengkapan yang dimaksudkan untuk sambungan permanen dengan konduktor proteksi diperkuat, maka nilai arus konduktor proteksi harus ditentukan oleh pabrikan dalam dokumentasinya dan harus ditunjukkan dalam petunjuk untuk pemasangan instalasi, bahwa perlengkapan harus dipasang seperti diuraikan dalam 7.5.3.2.

#### **7.5.3 Persyaratan lain**

##### **7.5.3.1 Sistem sinyal**

Penggunaan setiap konduktor bertegangan, dan konduktor proteksi sebagai jalur balik untuk sinyal, tidak diperbolehkan pada instalasi listrik dalam bangunan.

##### **7.5.3.2 Sirkuit konduktor proteksi diperkuat dalam instalasi untuk arus konduktor proteksi yang melebihi 10 mA**

Untuk pemanfaat yang digunakan untuk sambungan permanen, dan mempunyai arus konduktor proteksi yang lebih besar dari 10 mA, harus dilengkapi dengan sambungan yang aman dan dapat diandalkan dengan bumi seperti diuraikan dalam IEC 60364-5-54.

#### **7.6 Jarak bebas aman dan jarak bebas batas dan label peringatan untuk instalasi tegangan-tinggi**

Rancangan instalasi harus sedemikian sehingga mencegah orang yang masuk ke dalam daerah berbahaya. Perlunya tenaga yang ahli dan orang yang terlatih perlunya dapat masuk untuk operasi dan pemeliharaan harus diperhitungkan. Jika jarak aman tidak dapat diperoleh, maka harus dipasang fasilitas proteksi yang permanen. Nilainya harus ditentukan oleh panitia teknik untuk

- jarak bebas rintangan,
- jarak bebas penghalang,
- pagar luar dan pintu masuk,
- tinggi dan jarak minimum dari daerah pencapaian,
- jarak bebas ke gedung.

Tanda peringatan harus terpasang jelas pada semua pintu masuk, pagar, rintangan, tiang dan menara saluran udara, dan lain sebagainya.

### **8 Kondisi operasi dan pelayanan khusus**

CATATAN Persyaratan rinci untuk operasi instalasi listrik, umpamanya

- pekerjaan pada bagian bertegangan,
- pekerjaan pada keadaan tidak bertegangan,
- bekerja dekat dengan bagian bertegangan

masih dalam pertimbangan oleh panitia teknik yang terkait.

#### **8.1 Gawai yang akan dioperasikan secara manual dan komponen yang akan diganti secara manual**

CATATAN 1 Dalam contoh termasuk



- gawai yang perlu di reset (umpamanya pemutus-sirkuit, gawai arus-lebih/tegangan-lebih/tegangan-kurang)
- komponen yang dapat diganti (umpamanya lampu, pengaman lebur)

untuk pengembalian fungsi instalasi, sistem atau perlengkapan. Subayat 8.1.1 juga berlaku untuk sarana masuk juga untuk keperluan pemeliharaan oleh pengguna.

CATATAN 2 Dalam standar ini "manual" berarti "dengan tangan, dengan atau tanpa perkakas"

**8.1.1** Gawai yang akan di operasikan atau komponen yang akan diganti oleh orang dinas para instalasi, sistem dan perlengkapan tegangan-rendah

Proteksi terhadap setiap kontak dengan bagian-bertegangan-berbahaya harus tetap dijaga jika gawai di operasikan atau jika komponen diganti.

CATATAN Telah disadari, bahwa fitting lampu dan rumah pengaman lebur tertentu, sesuai dengan standar yang ada, tidak memenuhi persyaratan ini pada saat mengganti komponen.

**8.1.1.1** Jika dalam instalasi, sistem atau perlengkapan terdapat gawai yang memerlukan operasi manual, atau komponen yang memerlukan penggantian secara manual, maka gawai dan komponen harus ditempatkan sedemikian sehingga tidak dapat mencapai bagian-bertegangan-berbahaya.

**8.1.1.2** Jika ketentuan menurut 8.1.1.1 tidak praktis, maka harus diberi proteksi dengan sarana yang menjamin pemisahan dari suplai listrik sebelum dapat dicapai.

**8.1.2** Gawai yang akan di operasikan atau komponen yang akan diganti oleh tenaga ahli atau orang yang terlatih

Proteksi terhadap pencapaian yang tidak disengaja pada bagian-bertegangan-berbahaya atau terhadap kemungkinan masuk dengan tidak disengaja ke daerah berbahaya harus dibuat menurut 8.1.2.1 dan 8.1.2.2 jika

- tidak terdapat pembatas atau selungkup, atau
- pembatas atau selungkup harus dilepas oleh tenaga ahli atau orang yang terlatih untuk dapat mencapai ke gawai yang memerlukan operasi manual atau ke komponen yang perlu diganti.

CATATAN Panitia teknik dapat membatasi penerapan subayat ini atau memberikan persyaratan tambahan menentukan cara operasi manual yang diijinkan oleh metode proteksi ini.

#### **8.1.2.1 Penempatan gawai dan komponen**

Perlengkapan harus dirancang dan dipasang sedemikian sehingga gawai dan komponennya dapat dicapai dan dapat dilihat oleh orang yang berada dalam posisi dimana ia dapat siap dan aman untuk mengoperasikan gawai atau mengganti komponen.

CATATAN Posisi demikian dan informasi yang relevan yang harus diberukan oleh pabrikan sebaiknya ditentukan oleh panitia teknik, sesuai kebutuhan.

Jika posisi pemasangan perlengkapan dapat menghalangi penglihatan dan pencapaian gawai atau komponen sedemikian sehingga menyebabkan bahaya, maka posisi penempatan tersebut harus diberi tanda dan diawasi.



### **8.1.2.2 Pencapaian dan operasi**

Jalur pencapaian ke gawai dan ruang yang diperlukan untuk operasi harus sedemikian sehingga proteksi terhadap kontak yang tidak di sengaja dengan bagian-bertegangan-berbahaya atau terhadap masuk dengan tidak di sengaja ke daerah berbahaya harus mempunyai dengan jarak yang sesuai. Jaraknya harus ditentukan oleh panitia teknis.

Sebagai alternatif, jika jalur pencapaian atau ruang ke bagian-bertegangan-berbahaya kurang dari jarak yang sesuai, maka harus dipasang rintangan. Rintangan ini harus memberi proteksi terhadap kontak yang tidak disengaja. Tingkat proteksi harus tidak boleh kurang dari IPXXB (juga sesuai dengan IP2X) dari IEC 60529 dari arah pencapaian ke gawai atau komponen, dan tidak kurang dari IPXXA (juga sesuai dengan IP1X) dari IEC 60529 dari arah lain yang sesuai.

## **8.2 Nilai listrik setelah pemisahan**

Jika proteksi tergantung pada pemisahan bagian-bertegangan-berbahaya dari suplai (umpamanya jika membuka selungkup atau memindahkan pembatas), maka kapasitans harus secara otomatis diluahkan muatannya, sehingga 5 detik setelah pemisahan nilai batas dari tegangan yang ditentukan dalam 6.5 dari IEC 61201 tidak akan dilampaui. Jika ini akan mengganggu berfungsinya perlengkapan dengan baik, maka harus dilengkapi dengan tanda peringatan yang mudah terlihat, yang menyatakan jangka waktu peluahan muatan hingga mencapai nilai batas.

CATATAN 1 Untuk kondisi khusus (umpamanya pencabutan sebuah tusuk-kontak), panitia teknik sebaiknya menentukan waktu yang lebih singkat.

CATATAN 2 Setelah pemisahan, khusus pada tegangan-tinggi, harus diperhatikan dampak berikut:

- kapasitor dapat mempunyai muatan sisa yang besar,
- induktans, umpamanya belitan transformator, dapat mempunyai muatan yang terkurung untuk suatu periode waktu yang lama.



## Lampiran A (informatif)

### Survei tindakan proteksi yang diperoleh dari sarana proteksi

CATATAN Agar dicatat bahwa tidak semua sarana proteksi dapat diterapkan pada tegangan-rendah maupun tegangan-tinggi.

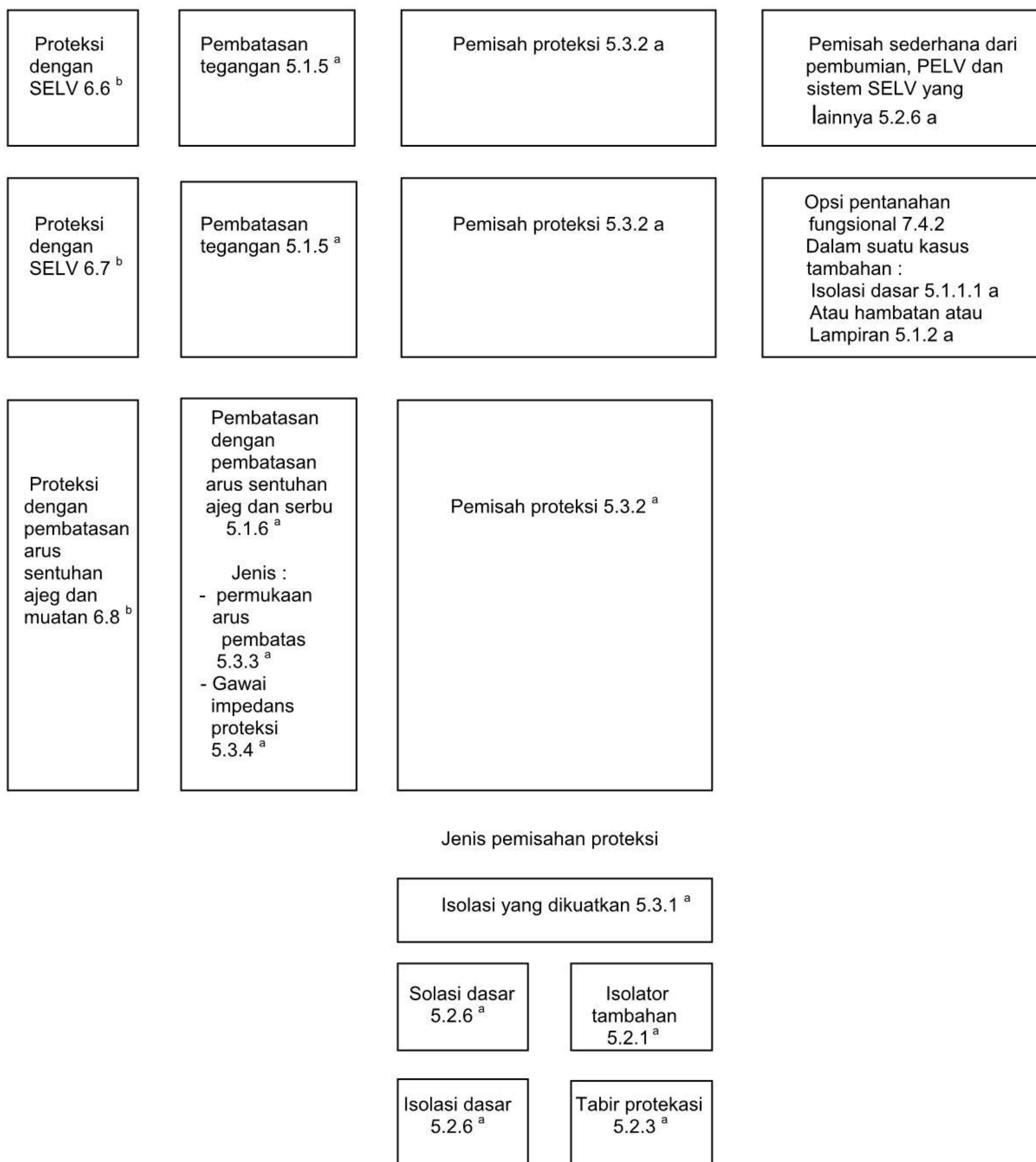
	Proteksi dasar (4.1)		Proteksi gangguan (4.2)
	Proteksi pada keadaan tanpa gangguan		Proteksi pada gangguan tunggal
Proteksi dengan Isolasi ganda atau Diperkuat 6.2 <sup>b</sup>	Isolasi diperkuat 5.3.1 <sup>a</sup>		
	Jenis isolasi Dasar lihat dibawah	dan	Isolasi tambahan 5.2.1 <sup>a</sup>
Proteksi dengan Ikatan penyama Potensial 6.3 <sup>b</sup>	Jenis isolasi Dasar : - Isolasi dasar padat 5.1.1.1 <sup>a</sup> - Isolasi dasar • atau penghalang selungkup 5.1.2 • dibelakang rintangan 5.1.3 <sup>a</sup> - penempatan di luar jangkauan tangan 5.1.4 <sup>a</sup>	dan	Ikatan penyama potensial proteksi 5.2.2 <sup>a</sup> Jenis: satu atau kombinasi yang sesuai dari - Ikatan penyama potensial proteksi (dalam instalasi) - Ikatan penyama potensial proteksi (dalam perlengkapan) - Konduktor proteksi - Konduktor PEN - Tabir proteksi 5.2.3 <sup>a</sup>
Proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis 6.1 <sup>b</sup>	Jenis isolasi dasar lihat diatas	dan	Pemutusan suplai secara otomatis 5.2.5 a
Proteksi dengan pemisahan secara listrik 6.4 <sup>b</sup>	Jenis isolasi dasar lihat diatas	dan	Pemutusan suplai secara otomatis 5.2.5 a
Proteksi dengan lingkungan tak-konduktif otomatis 6.5 <sup>b</sup>	Jenis isolasi dasar lihat diatas	dan	Pemutusan suplai secara otomatis 5.2.5 a
Proteksi dengan cara lain 9.9 <sup>b</sup>	Sarana lain 5.1.8 <sup>a</sup>	dan	Sarana lain 5.2.9 a
	Sarana proteksi lain yang lebih berat 5.3.5 a		

<sup>a</sup> Nomor sebanyak untuk sarana proteksi ( elemen tindakan proteksi)

<sup>b</sup> Nomor sebanyak untuk tindakan proteksi

**Gambar A.1 Tindakan proteksi dengan proteksi dasar dan gangguan**





<sup>a</sup> Nomor sub ayat sebanyak untuk sarana proteksi ( elemen tindakan proteksi)

<sup>b</sup> Nomor sub ayat sebanyak untuk tindakan proteksi

**Gambar A.2 Tindakan proteksi dengan nilai pembatas jumlah elektrik**



**Lampiran B**  
(informatif)

**Daftar nilai batas a.b. maksimum untuk  
arus konduktor proteksi pada sub ayat 7.5.2.2 a) dan 7.5.2.2 b)**

Daftar nilai ini sebagai pertimbangan untuk panitia produk dalam mencegah arus konduktor proteksi yang berlebihan dan untuk melengkapi kondisi perlengkapan listrik dan untuk tindakan proteksi dalam instalasi listrik.

Panitia produk dianjurkan untuk menggunakan nilai terendah batas arus proteksi.

Panitia produk sebaiknya sadar bahwa dalam menetapkan batas yang tidak melebihi nilai di bawah ini dalam banyak kasus dapat menghindari trip yang tidak dikehendaki dari gawai arus sisa.

**Nilai untuk 7.5.2.2 a):**

Nilai untuk pemanfaat bertusuk-kontak dengan tusuk-kontak fase tunggal atau fase banyak dan sistem kotak-kontak, dengan nilai pengenalan sampai dengan 32 A:

Arus pengenalan perlengkapan	Arus konduktor proteksi Maksimum
$\leq 4$ A	2 mA
$> 4$ A tetapi $\leq 10$ A	0,5 mA/A
$> 10$ A	5 mA

**Nilai untuk 7.5.2.2 b)**

Nilai pemanfaat untuk sambungan permanen dan pemanfaat stationer yang kedua-duanya tanpa sarana khusus konduktor proteksi, atau menggunakan tusuk-kontak, pemanfaat yang dilengkapi dengan tusuk-kontak fase-tunggal atau fase banyak dan sistem kotak-kontak, dengan nilai pengenalan lebih dari 32 A:

Arus pengenalan perlengkapan	Arus konduktor proteksi Maksimum
$\leq 7$ A	3,5 mA
$> 7$ A tetapi $\leq 20$ A	0,5 mA/A
$> 20$ A	10 mA



## Lampiran C (informatif)

### Indeks dan definisi

Definisi	Referensi sub ayat
Jangkauan tangan	3.15
Pemutus suplai otomatis	3.18
Hambatan, proteksi (listrik)	3.13
Isolasi dasar	3.10.1
Proteksi dasar	3.1.1
Ikatan penyama, lihat ikatan penyama potensial	3.16
Sirkuit, (listrik)	3.2
Tabir (proteksi)	3.20
Konduktor pembumian	3.17.4
Konduktor PEN	3.16.5
Konduktor proteksi, PE	3.16.4
Daerah berbahaya	3.35
Pemutus suplai, otomatis	3.18
Isolator ganda	3.10.3
Bumi	3.17
Elektrode bumi	3.17.3
Bumi (setempat)	3.17.2
Bumi acuan	3.17.1
Pembumian	
Susunan pembuaian	3.17.5
Konduktor pembumian	3.17.4
Pembumian fungsional	3.17.7
Pembumian proteksi	3.17.6
Tegangan sentuh (efektif)	3.8.1
Sirkuit (listrik)	3.2
Kejut listrik	3.1
Proteksi dasar	3.1.1
Proteksi gangguan	3.1.2
Perlengkapan listrik	3.3
Pemisahan listrik	3.25
Tenaga terlatih (listrik)	3.31
Tenaga trampil (listrik)	3.30
Penghalang proteksi (listrik)	3.13
Selungkup proteksi (listrik)	3.14
Rintangan proteksi (listrik)	3.12
Tabir proteksi (listrik)	3.21
Pentabiran proteksi (listrik)	3.22
Pemisahan proteksi (listrik)	3.24
Electrode	
Electrode bumi	3.17.3
Selungkup, proteksi (listrik)	3.14
Sarana proteksi diperkuat	3.19
Perlengkapan	3.3



## Indeks dan definisi (lanjutan)

Definisi	Referensi sub ayat
Ikatan penyama potensial	3.16
Terminal ikatan penyama potensial	3.16.2
Konduktor PEN	3.16.5
Proteksi ikatan penyama potensial	3.16.3
Konduktor proteksi PE	3.16.4
Ikatan penyama potensial proteksi	3.16.1
Bagian-konduktif-terbuka	3.6
Tegangan-ekstra-rendah (ELV)	3.26
Sistem PELV	3.26.2
Sistem SELV	3.26.1
Bagian-konduktif-ekstra	3.7
Proteksi gangguan	3.1.2
Pembumian fungsional	3.17.7
Penentuan, potensial	3.34
Bagian-bertegangan-berbahaya	3.5
Tenaga terlatih	3.31
Isolasi	3.10
Isolasi dasar	3.10.1
Isolasi ganda	3.10.3
Isolasi diperkuat	3.10.4
Isolasi tambahan	3.10.2
Arus bocor	3.36
Pembatasan arus sentuh ajeg dan muatan	3.27
Sumber-arus-terbatas	3.28
Bagian bertegangan	3.4
Bumi (setempat)	3.17.2
Lingkungan tak konduktif	3.11
Rintangan, proteksi (listrik)	3.12
Orang awam	3.32
Sistem PELV	3.34
Konduktor PEN	3.8.2
Orang :	
Tenaga terlatih	3.31
Tenaga terlatih	3.30
Orang awam	3.32
Penentuan potensial	3.34
Tegangan sentuh prospektif	3.8.2
Proteksi :	
Proteksi dasar	3.1.1
Proteksi gangguan	3.1.2
Penghalang proteksi	3.13
Terminal ikatan penyama potensial	3.16.3
Konduktor proteksi PE	3.16.4
Arus konduktor proteksi	3.16.1
Gawai impedans proteksi	3.29
Rintangan proteksi	3.12



## Indeks dan definisi (lanjutan)

Definisi	Referensi sub ayat
Tabir proteksi	3.21
Pentabiran proteksi	3.22
Pemisahan proteksi	3.24
Bumi rujukan	3.17.1
Isolasi diperkuat	3.10.4
Tabir, (protektif)	3.20
Tabir, proteksi	3.21
Pentabiran, proteksi	3.22
Sistem SELV	3.26.1
Pemisahan	
Pemisahan listrik	3.25
Pemisahan proteksi (listrik)	3.24
Pemisahan sederhana	3.23
Kejut listrik	3.1
Tenaga trampil	3.30
Perlengkapan stasioner	3.37
Tegangan langkah	3.33
Isolasi tambahan	3.10.2
Sistem	3.39
Terminal	
Terminal ikatan penyama potensial	3.16.2
Terminal ikatan penyama proteksi	3.16.3
Arus sentuh	3.9
Pembatasan arus sentuh ajeg dan muatan	3.27
Sumber-arus-terbatas	3.28
Tegangan sentuh	3.8
Tegangan sentuh (efektif)	3.8.1
Tegangan sentuh prospektif	3.8.2
Tegangan	
Tegangan langkag	3.33
Tegangan sentuh	3.8